

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 7 月 7 日 (07.07.2005)

PCT

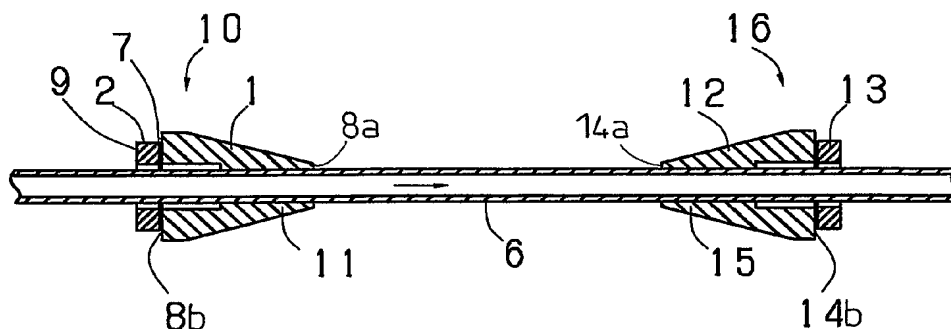
(10) 国際公開番号
WO 2005/061997 A1

- (51) 国際特許分類: G01F 1/66
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/019707
(22) 国際出願日: 2004 年 12 月 22 日 (22.12.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2003-427621
2003 年 12 月 24 日 (24.12.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 旭有機材工業株式会社 (ASAHI ORGANIC CHEMICALS INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒8828688 宮崎県延岡市中の瀬町 2 丁目 5 9 5 5 番地 Miyazaki (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 上村 忍文
(74) 代理人: 青木 篤, 外(AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: ULTRASONIC FLOWMETER

(54) 発明の名称: 超音波流量計



(57) Abstract: An ultrasonic flowmeter has two ultrasonic transmitter/receivers (10, 16). The transmitter/receivers (10, 16) have tubular transmitters (1, 12) surrounding the measurement pipe (6) through which a fluid to be measured flows and fixed to the outer surface of the measurement pipe (6) and ultrasonic transducers (2, 13) provided at a distance from the outer surface of the measurement pipe (6). The transmitter (1) has axial end surfaces (8a, 8b) vertical to the axis of the measurement pipe (6). An axial end surface (7) of the ultrasonic transducer (2) is secured to the axial end surface (8b) of the transmitter (1). A voltage is applied between the axial end surfaces (8a, 8b) to expand/contract the ultrasonic transducer (2) in the axial direction.

(57) 要約: 超音波流量計は二つの超音波送受信器 (10、16) を備える。各超音波送受信器 (10; 16) は、測定対象の流体が流れる測定管 (6) を取り囲むように測定管 (6) の外周面に固定された筒状の伝送体 (1; 12) と、測定管 (6) の外周面から間隔を隔てて配置された超音波トランスデューサ (2; 13) とを備える。伝送体 (1) は測定管 (6) の軸線に対して垂直な軸線方向端面 (8a、8b) を有する。超音波トランスデューサ (2) の軸線方向端面 (7) は伝送体 (1) の軸線方向端面 (8b) に固着されており、超音波トランスデューサ (2) の軸線方向端面 (8a、8b) 間に電圧を印加して、超音波トランスデューサ (2) を軸線方向に伸縮させる。



WO 2005/061997 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書・説明書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

超音波流量計

技術分野

本発明は、化学工場、半導体製造分野、食品分野、バイオ分野などの各種産業における流体輸送において、流体中に超音波振動を伝搬させ、流れの上流側からの超音波伝搬時間と下流側からの超音波伝搬時間との差から流体の流速及び流量を計測する超音波流量計に関し、特に微少流量の計測及びスラリ流体とりわけ半導体分野で使用するCMPスラリ流体の流量の計測に適した超音波流量計に関する。

背景技術

超音波伝搬時間の差によって流体の流量を計測する従来の超音波流量計は、３種類の構造に大別できる。

図９に、第１の従来技術の超音波流量計の構造が示されている。図９において、参照番号”１００”は図中の実線矢印方向に流体が流れている略Ｕ字形状の流通体を指している。参照番号”１０１”、“１０２”は超音波振動子を指しており、これら超音波振動子１０１、１０２は流通体１００の直管部１０３の両側に配置されている。かかる超音波流量計では、流通体１００内を流体が満水状態で流れているときに上流側の超音波振動子１０１が変換器（図示せず）から発せられた電気信号により励振されると、超音波が発生して、流通体１００の直管部１０３内の流体へ伝搬し、下流側の超音波振動子１０２により受信され、電気信号に変換されて変換器に出力される。その後瞬時に、下流側の超音波振動子１０２が変換器から

の電気信号で励振され、発生した超音波が直管部 1 0 3 の流体内を伝搬して上流側の超音波振動子 1 0 1 により受信され、電気信号に変換されて変換器に出力される。その際、各々の超音波伝搬時間に差が生じることを利用して流通体 1 0 0 内の流速を求め、流量を計測する（例えば、特開 2 0 0 0 - 1 4 6 6 4 5 号公報）。

図 1 0 に、第 2 の従来技術の超音波流量計の構造が示されている。図 1 0 において、参照番号” 1 1 0 ” は測定管を指しており、測定管 1 1 0 内には図 1 0 の実線矢印方向に流体が流れている。参照番号” 1 1 1 ”、” 1 1 2 ” は検出器を指しており、2 つの検出器 1 1 1、1 1 2 が一對となって測定管 6 の外周表面の相対する位置で且つ同一環上でない位置にクランプオンされている。かかる超音波流量計では、検出器 1 1 1 から発生する超音波振動が測定管中の流体の流れ方向に対して斜めに伝搬し（図中の破線矢印方向）、検出器 1 1 2 により受信される。この場合も第 1 の従来技術と同様に検出器 1 1 1、1 1 2 の送信受信を切り換えて超音波振動の伝搬時間の差から流量を計測するという超音波流量計であった。なお、図示される検出器 1 1 1、1 1 2 の構造は模式的なものであり、実際に設置する場合は、特開 2 0 0 3 - 7 5 2 1 9 号公報に記載されているように、超音波振動子を楔形状の固定器の傾斜面に設置し、超音波振動子から発した超音波が管の中心軸線に対して斜め方向に伝搬させる。

図 1 1 には、第 3 の従来技術が示されている。図 1 1 に示されているように、2 個の検出器 1 1 4、1 1 5 が測定管 1 1 3 の外周表面の同一線上に離間してクランプオンされている。この測定管 1 1 3 では、第 2 の従来技術と同様の超音波振動子を有する検出器 1 1 4 から発生した超音波振動を測定管 1 1 3 の内面で図中の破線矢印方向に反射させることにより、検出器 1 1 5 で受信した場合と、検

出器 1 1 5 から発した超音波振動を測定管 1 1 3 の内面で反射させて検出器 1 1 4 で受信した場合との超音波振動の伝搬時間の差から流量を計測する。

ところが、上記第 1 の従来技術の超音波流量計では、流通体 1 0 0 内に流れる流体がスラリの場合、流通体 1 0 0 が略 U 字状を有しているため、流通体 1 0 0 の曲部 1 0 4 にスラリが堆積、固着して超音波振動の伝搬が妨げられ、特に半導体分野の C M P 装置内においては正確な流量の計測が測定できないという問題があった。また、流通体 1 1 0 が曲部 1 0 4 を有しているため、流通体 1 1 0 内において流体の圧損等が生じ、正確な流速、ひいては精度のよい流量の計測ができないという問題があった。さらに、管路が略 U 字形状になっているため、製作コストが高いという問題があった。

また、第 2 の従来技術の超音波流量計では、スラリの堆積はないものの、微少流量を計測する場合、計測可能な流速を得るためには測定管の口径を小さくする必要があり、それに伴って検出器 1 1 1、1 1 2 の取付距離が小さくなるので、伝搬距離、伝搬時間差が小さくなってしまい精度のよい計測ができない、または計測自体ができないという問題があった。さらに、固定器 1 1 1、1 1 2 は超音波振動を管の軸線方向に対して斜めに効率良く伝搬させるために使用されるが、測定感度を良くする方法として測定管からの反射を少なくするために、測定管より伝搬速度が遅い材質、例えばエポシキ樹脂等を介在させる必要がある。しかしながら、樹脂だけを使用する場合、超音波振動の減衰が大きくなるという不利点を有していた。

加えて、第 3 の従来技術の場合、反射させることにより超音波振動の減衰が大きくなるため、微少流量の計測が困難であり、また、検出器 1 1 4、1 1 5 の取り付け等も困難であるという問題があっ

た。

発明の開示

本発明の目的は、上記従来技術に存する問題を解消して、小口径配管内の流体中に効率良く超音波振動を伝搬させ、高精度な流量の計測を可能とし、さらに小型で安価な超音波流量計を提供することである。

本発明は、上記目的に鑑み、流体が流れる管の外周面に軸線方向に離間して取り付けられる二つ超音波送受信器を備え、該二つの超音波送受信器の一方から発信した超音波振動を前記管内の流体を経て前記二つの超音波送受信器の他方で受信し、発信側と受信側の超音波送受信器を交互に切り換えて二つの超音波送受信器間の超音波伝搬時間を測定することにより前記流体の流速を測定する超音波流量計であって、各超音波送受信器が、前記管を取り囲むように前記管の外周面に固定された筒状の伝送体と、前記管の外周面から間隔を隔てるように配置された超音波トランスデューサとを備え、前記伝送体が前記管の軸線に対して垂直な軸線方向端面を有し、前記超音波トランスデューサの軸線方向端面が前記伝送体の軸線方向端面に固着されており、前記超音波トランスデューサの軸線方向端面間に電圧を印加することによって、前記超音波トランスデューサを軸線方向に伸縮させるようになっている超音波流量計を提供する。

超音波トランスデューサは一般に電圧を印加する方向に最も大きな振動エネルギーを生じさせる。本発明の超音波流量計では、超音波トランスデューサの軸線方向端面を伝送体の軸線方向端面に固着させた上で超音波トランスデューサを軸線方向に伸縮させるので、超音波トランスデューサが発生させる超音波振動を伝送体を介して効率的に流体に伝達させることができる。また、超音波トランスデュー

一サの軸線方向端面を筒状の伝送体の軸線方向端面に固着させているので、超音波トランスデューサと伝送体との間に大きな超音波振動伝達面積を確保でき、超音波トランスデューサから伝送体に大きな超音波振動エネルギーを伝達させることが可能となる。さらに、伝送体は管の外周を取り囲むように配置されているので、超音波振動は管の全周から管内の流体に伝搬し、管内の流体により大きな超音波振動エネルギーを伝達させることが可能となる。これにより、本発明の超音波流量計は高感度の測定や超音波流量計の小型化を可能とさせている。

また、超音波トランスデューサは、管の外周面と間隔を隔てて配置されているので、管に直接超音波振動を伝達させることはなく、管を伝達する振動、すなわち測定に対する外乱を低減させることができる。これにより、本発明超音波流量計の測定感度をさらに向上させている。

前記超音波トランスデューサは穴あき円板形状であることが好ましい。

前記伝送体は、前記超音波トランスデューサが固着された軸線方向端面から他方の軸線方向端面に向かって外径が小さくなる円錐形状を有していることが好ましい。

また、金属材料は超音波振動を減衰させにくいので、前記伝送体は金属材料からなることが好ましい。

さらに、前記超音波トランスデューサ及び前記伝送体は前記管の外周面の周方向に複数に分割された部分から形成されていてもよい。

また、前記伝送体が前記管と一体的に形成されていてもよい。

本発明は以上のような構成をしており、これを用いることにより以下の優れた効果が得られる。

(1) 超音波送受信器を筒状の伝送体と超音波トランスデューサとによって構成し、超音波トランスデューサの軸線方向端面と伝送体の軸線方向端面とを固着させることで、超音波トランスデューサの厚さ方向（管の軸線方向と平行な方向）の超音波振動を測定管内の流体に伝搬できるので、超音波トランスデューサが発生させる超音波振動エネルギーを効率よく測定管内の流体に伝達させることができる。したがって、本発明の超音波流量計によれば、測定管が小口径であっても高精度な微小流量の計測が可能となる。

(2) 超音波トランスデューサは、測定管の外周面と間隔を隔てて配置されているので、超音波トランスデューサから測定管に超音波振動が直接的に伝搬することではなく、測定の際に雑音となる超音波トランスデューサから管壁に伝わる超音波振動及びその他の外乱を低減でき、高精度な流量の計測が可能になる。

(3) 超音波トランスデューサと伝送体が測定管の周囲を取り囲むように配置されているので、管の全周方向から管内の流体に超音波振動が伝搬する。したがって、本発明の超音波流量計によれば、大きな振動エネルギーを流体に付与することができ、高感度の測定が可能となる。

(4) 以上の効果より、さらに、小型で安価な超音波流量計を提供することができる。

(5) また、超音波送受信器を直管に設置できるため、圧力損失が少なく、流体がスラリ等の場合でも溜まることなく、半導体分野で使用されるCMPスラリ流体の流量の計測が可能になる。

図面の簡単な説明

本発明の上述及びその他の目的、特徴、利点を以下、添付図面を参照して本発明の実施形態に基づいてさらに詳細に説明する。

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態を示す縦断面図である。

図 2 は、本発明の図 1 の超音波送受信器を示す縦断面図である。

図 3 は、本発明の図 1 の超音波送受信器を示す左側面図である。

図 4 は、本発明の超音波トランスデューサが半円状を示す左側面図である。

図 5 は、本発明の第 2 の実施形態を示す縦断面図である。

図 6 は、本発明の図 5 の左側面図である。

図 7 は、本発明の第 3 の実施形態を示す縦断面図である。

図 8 は、本発明の第 4 の実施形態を示す縦断面図である。

図 9 は、第 1 の従来技術の超音波流量計を示す縦断面図である。

図 10 は、第 2 の従来技術の超音波流量計を示す縦断面図である。

。

図 11 は、第 3 の従来技術の超音波流量計を示す縦断面図である。

。

発明を実施するための最良の形態

以下、図 1 から図 8 を参照して本発明の実施形態について説明するが、本発明がこれら実施形態に限定されないことは言うまでもない。

最初に、図 1 から図 3 に基づいて本発明の第 1 の実施形態を説明する。参照番号” 1 ” はジュラルミン製の伝送体を指している。伝送体 1 は、略円錐状をなし、フッ素系樹脂製の測定管 6 を取り囲むように配置されており、測定管 6 の軸線方向に対して垂直方向に延びる二つの軸線方向端面 8 a、8 b を有している。また、伝送体 1 の中心には先部貫通口 5 及び後部貫通口 4 からなる貫通口 3 が形成されている。後部貫通口 4 は先部貫通口 5 より拡径されて設けられており、先部貫通口 5 の内周面をフッ素系樹脂製の測定管 6 の外周

面にエポキシ系樹脂の接着剤によって密着固定したときに、後部貫通口 4 の内周面は測定管 6 から離間した状態となる。尚、本実施形態では伝送体 1 の材料としてジュラルミンを用いているが、伝送体 1 の材料は、アルミニウム、アルミ合金、チタン、ハステロイ、SUS 等の金属、または樹脂、ガラス、石英など超音波振動を伝搬させることのできる任意の材料であれば良く、超音波伝搬性の高い金属が特に好ましい。また、伝送体 1 の形状について、略円錐形としているが、超音波振動の伝搬が良い形状であれば他の形状でも良く、略円錐形に限定されるものではない。さらに、密着固定する方法として、エポキシ系樹脂の接着剤を用いているが、グリスや各種接着剤等を用いても良く、または圧挿させることのみで密着固定してもよい。すなわち、後述する超音波トランスデューサ 2 からの超音波振動が測定管 6 に伝わらない状態で測定管に配置されていればよい。

参照番号” 2 ”はチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）などの圧電材料を用いた超音波トランスデューサを指し、超音波トランスデューサ 2 は、ドーナツ形状すなわち穴あき円板形状を有している。超音波トランスデューサ 2 の軸線方向端面 7 は伝送体 1 の軸線方向端面の一方 8 b 全体にエポキシ系樹脂によって圧力をかけて接着され、超音波トランスデューサ 2 の他方の軸線方向端面 9 及び外周面には防振材（図示せず）が塗布されている、または接着により密着固定されている。超音波トランスデューサ 2 の内径は伝送体 1 の後部貫通口 4 と略同径であり、その内周面は測定管 6 の外周面から離間した状態となる。また、軸線方向端面 7 は電氣的にアース端子となる。超音波トランスデューサ 2 はこのように伝送体 1 に密着固定されることで、上流側の超音波送受信器 10 を構成する。尚、本実施形態では、超音波トランスデューサ 2 が穴あき円板形状を有している

が、半円状（図 4 参照）、扇状とすることも可能である。また、超音波トランスデューサ 2 の内周面は測定管 6 の外周面から離間されているが、超音波振動を遮断する材料（防振材）を介して測定管 6 に密着固定されていてもよい。

また、下流側の超音波送受信器 16 も上流側の超音波送受信器 10 と同様の構成を有し、二つの超音波送受信器 10、16 は各々の伝送体 1、12 を対向させて測定管 6 の外周上に軸線方向に離間して配置されている。

次に、図 1 に基づいて本発明の第 1 の実施形態の超音波流量計の作用を説明する。測定管 6 の内部には測定対象流体が図 1 中の実線矢印方向に満水状態で流れている。なお、測定管 6 はストレートタイプであるため、圧力損失はなく、スラリ等の溜まりの可能性を低減させることができる。流体の流れに対して上流側に位置する超音波送受信器 10 の超音波トランスデューサ 2 に変換器（図示せず）から電圧パルス又は周波数成分をもたない電圧が印加されると、超音波トランスデューサ 2 には、その厚さ方向（すなわち、電圧を印加する方向）及び径方向（すなわち、電圧印加方向と垂直な方向）に振動が発生する。超音波送受信器 10 では、伝送体 1 の軸線方向端面 8b に超音波トランスデューサ 2 の軸線方向端面 7 を固着させた上で超音波トランスデューサ 2 の両軸線方向端面 7 及び 9 の間に電圧を印加することにより、超音波として振動エネルギーの大きい厚さ方向の超音波振動を伝送体 1 の軸線方向端面 7 に伝搬させている。一方、超音波トランスデューサ 2 の径方向の超音波振動は防振材によって吸収されて超音波の残響が除去されるので、周囲に伝搬することはない。

こうして、伝送体 1 に伝搬した超音波振動はさらに伝送体 1 内をその先部 11 へ向かって伝搬する。この先部 11 に伝搬した超音波

振動は、測定管 6 の中心に向う方向性が強化された状態で管外周全体から管壁を介して測定管 6 の流体中へ伝わった後、流体中を管軸と略平行方向に且つ扇状に拡がりながら伝搬していくと推測される。そして、超音波振動は下流側に対向して位置する超音波送受信器 1 6 の伝送体 1 2 の先部 1 5 から伝送体 1 2 の内部を伝って軸線方向端面 1 4 b（伝送体 1 1 の側に位置する軸線方向端面 1 4 a と反対側の端面）からトランスデューサ 1 3 へ伝搬し、電気信号に変換されて変換器へ出力される。

なお、伝送体 1 内では、その略円錐形状により超音波振動が測定管内部に向かうための方向性を強化されると共に、超音波伝搬性のよい金属を用いていることにより超音波振動の振幅の減衰が抑制される。また、超音波トランスデューサ 2 自体は測定管 6 に接しておらず離間されているため、雑音の原因の一つとなる管壁を伝わる超音波振動、その他の外乱を低減でき、高精度な流量計測が可能となる。さらに、超音波トランスデューサ 2 の軸線方向端面 7 は電氣的にアース側としているため、雑音ノイズが低減できる高精度な流量計測が可能になる。

超音波振動が上流側の超音波送受信器 1 0 から下流側の超音波送受信器 1 6 へ伝わり受信されると、瞬時に変換器内で送受信が切り換えられて、下流側に位置する超音波送受信器 1 6 の超音波トランスデューサ 1 3 に電圧パルス又は周波数成分をもたない電圧が変換器から印加される。すると、上流側の超音波送受信器 1 0 と同様に超音波振動が発生し、この超音波振動が伝送体 1 2 を通って測定管 6 内の流体に伝搬し、再び上流側に対向して位置する超音波送受信器 1 0 の伝送体 1 の先部 1 1 から伝送体 1 の内部を通して軸線方向端面 8 から超音波トランスデューサ 2 に伝搬して電気信号に変換され、この電気信号が変換器へ出力される。このとき、超音波振動は

測定管 6 内の流体の流れに逆らって伝搬していくので、上流側の超音波送受信器 10 に電圧パルス又は周波数成分をもたない電圧を印加したときに比べて流体中での超音波振動の伝搬速度が遅れ、伝搬時間が長くなる。

出力された相互の電気信号から、変換器内で、上流側超音波送受信器 10 から下流側超音波送受信器 16 への超音波振動の伝搬時間及び下流側超音波送受信器 16 から上流側超音波送受信器 10 への超音波振動の伝搬時間が各々計測され、その差が求められる。その差に基づいて、流速及び流量が演算され、高精度な流量の計測を行うことができる。

次に、図 5 及び図 6 に基づいて、本発明の第 2 の実施形態について説明する。

図 5 及び図 6 は超音波送受信器が上下 2 分割型になっている実施形態を示している。参照番号” 19 ”は上流側に位置する上下 2 分割型の超音波送受信器の上側半体を指し、断面略半円状の超音波トランスデューサ 20 が略半円状の伝送体 21 の底面部に第 1 の実施形態と同様にして密着固定されていて超音波送受信器上側半体 19 と同様の構造を有する超音波送受信器下側半体 22 との上下対により超音波送受信器を構成している。尚、超音波送受信器上側半体 19 のみでも要求される機能を果たし得る。本実施形態の場合も、第 1 の実施形態と同様に伝送体 21 の貫通口の先部側部分の内周面のみが測定管 6 に密着され、貫通口の他の部分の内周面は測定管 6 の外周面から離間している。その作用も第 1 の実施形態と同様であり、超音波送受信器を小さく軽量化でき、さらにはエポキシ系樹脂で密着固定させる場合に効率良く圧力をかけて接着できるため、密着力が増加する。したがって、より精度の良い超音波振動の送受信が可能となり、より高精度の流速及び流量の計測が可能になる。

次に、図 7 に基づいて本発明の第 3 の実施形態について説明する。

参照番号” 2 3 ” は測定管と伝送体が一体となった伝送体一体型測定管を指している。超音波トランスデューサ 2 4、2 5 は伝送体一体型測定管 2 3 の伝送体部 2 6、2 7 の軸線方向端面部に第 1 の実施形態と同様にして密着固定されており、超音波トランスデューサ 2 4、2 5 と伝送体部 2 6、2 7 で各々超音波送受信器を構成している。施工時において第 1 の実施形態のような伝送体を測定管に密着固定する必要はなく、超音波トランスデューサ 2 4、2 5 を伝送体部 2 6、2 7 の軸線方向端面部に密着固定するだけでよいので、施工の簡略化が図れる。

次に、図 8 に基づいて本発明の第 4 の実施形態について説明する。

参照番号” 2 8 ” は超音波送受信器を指しており、伝送体 2 9、3 0 で超音波トランスデューサ 3 1 が挟持され、伝送体 2 9、3 0 の軸線方向端面部が超音波トランスデューサ 3 1 の両軸線方向端面に第 1 の実施形態と同様にして密着固定されている。伝送体 2 9、3 0 の先部のみが測定管 6 に密着固定され、さらに超音波送受信器 2 8 は各々の伝送体 2 9、3 0 に対向する状態で第 1 の実施形態の各超音波送受信器 1 0、1 6 の間に離間して配置されており、送信器としてのみ機能する。本実施形態の作用を説明すると、超音波送受信器 2 8 に電圧パルス又は周波数成分をもたない電圧が印加されると両伝送体 2 9、3 0 の先部から超音波振動が測定管 6 を伝搬していき、上流側と下流側の受信器として作用する超音波送受信器 1 0、1 6 で各々超音波振動が受信され、上流側からの超音波振動の伝搬時間と下流側からの超音波振動の伝搬時間との差に基づいて流速、流量を計測する。本実施形態においては、上流側へ向かう超音

波振動と下流側へ向かう超音波振動が同時に発生するため、より応答の早く且つ精度の高い流速、流量の計測が可能になる。

以上に説明した本発明を使用することにより、測定管内の流体中に効率良く超音波振動を伝搬させ、高精度な計測ができ、特に微小流量の高精度計測が可能になり、さらには半導体分野等において省スペースでの設置が可能になる。

以上、本発明を添付図面に示す実施態様について説明したが、この実施態様はもっぱら説明上のものであり、制限を意味するものではない。したがって、本発明の範囲は、請求の範囲によって限定されるものであり、請求の範囲から逸脱することなく本発明の実施態様を修正及び変更することが可能である。

請 求 の 範 囲

1. 流体が流れる管の外周面に軸線方向に離間して取り付けられる二つ超音波送受信器を備え、該二つの超音波送受信器の一方から発信した超音波振動を前記管内の流体を経て前記二つの超音波送受信器の他方で受信し、発信側と受信側の超音波送受信器を交互に切り換えて二つの超音波送受信器間の超音波伝搬時間を測定することにより前記流体の流速を測定する超音波流量計であって、

各超音波送受信器が、前記管を取り囲むように前記管の外周面に固定された筒状の伝送体と、前記管の外周面から間隔を隔てて配置された超音波トランスデューサとを備え、前記伝送体が前記管の軸線に対して垂直な軸線方向端面を有し、前記超音波トランスデューサの軸線方向端面が前記伝送体の軸線方向端面に固着されており、前記超音波トランスデューサの軸線方向端面間に電圧を印加することによって、前記超音波トランスデューサを軸線方向に伸縮させるようになっていることを特徴とした超音波流量計。

2. 前記超音波トランスデューサは穴あき円板形状を有する、請求項 1 に記載の超音波流量計。

3. 前記伝送体は、前記超音波トランスデューサが固着された軸線方向端面から他方の軸線方向端面に向かって外径が小さくなる略円錐形状を有している、請求項 1 に記載の超音波流量計。

4. 前記伝送体は、前記超音波トランスデューサが固着された軸線方向端面から他方の軸線方向端面に向かって外径が小さくなる略円錐形状を有している、請求項 2 に記載の超音波流量計。

5. 前記伝送体は金属材料からなる、請求項 1 に記載の超音波流量計。

6. 前記伝送体は金属材料からなる、請求項 4 に記載の超音波流

量計。

7. 前記超音波トランスデューサ及び前記伝送体は前記管の外周面の周方向に複数に分割された部分からなる、請求項1に記載の超音波流量計。

8. 前記伝送体が前記管と一体的に形成されている、請求項1に記載の超音波流量計。

9. 前記管が樹脂製である、請求項1に記載の超音波流量計。

10. 前記管が樹脂製である、請求項6に記載の超音波流量計。

補正書の請求の範囲

[2005年5月20日(20.05.05)国際事務局受理 : 出願当初の請求の範囲
1-10は補正された請求の範囲1-5に置き換えられた(2頁)]

1. (補正後) 流体が流れる管の外周面に軸線方向に離間して取り付けられる二つ超音波送受信器を備え、該二つの超音波送受信器の一方から発信した超音波振動を前記管内の流体を経て前記二つの超音波送受信器の他方で受信し、発信側と受信側の超音波送受信器を交互に切り換えて二つの超音波送受信器間の超音波伝搬時間を測定することにより前記流体の流速を測定する超音波流量計であって、

各超音波送受信器が、前記管を取り囲むように前記管の外周面に固定された筒状の伝送体と、前記管の外周面から間隔を隔てて配置された超音波トランスデューサとを備え、前記伝送体は、前記超音波トランスデューサが固着された軸線方向端面から他方の軸線方向端面に向かって外径が小さくなる略円錐形状を有しており、前記伝送体が前記管の軸線に対して垂直な軸線方向端面を有し、前記超音波トランスデューサの軸線方向端面が前記伝送体の軸線方向端面に固着され、前記超音波トランスデューサの軸線方向端面間に電圧を印加することによって、前記超音波トランスデューサを軸線方向に伸縮させるようになっていることを特徴とした超音波流量計。

2. (補正後) 前記伝送体は金属材料からなる、請求項1に記載の超音波流量計。

3. (補正後) 前記超音波トランスデューサ及び前記伝送体は前記管の外周面の周方向に複数に分割された部分からなる、請求項1に記載の超音波流量計。

4. (補正後) 前記伝送体が前記管と一体的に形成されている、請求項1に記載の超音波流量計。

5. (補正後) 前記管が樹脂製である、請求項1に記載の超音波

流量計。

特許協力条約第19条（１）の規定に基づく説明書

差し替え用紙に記載した請求の範囲は最初に提出した請求の範囲と以下のように関連する。

（１）出願時における請求の範囲請求項１～10を新しい請求項１～５と差し替える。

（２）請求項１，２，４，６および10を削除した。

Fig.1

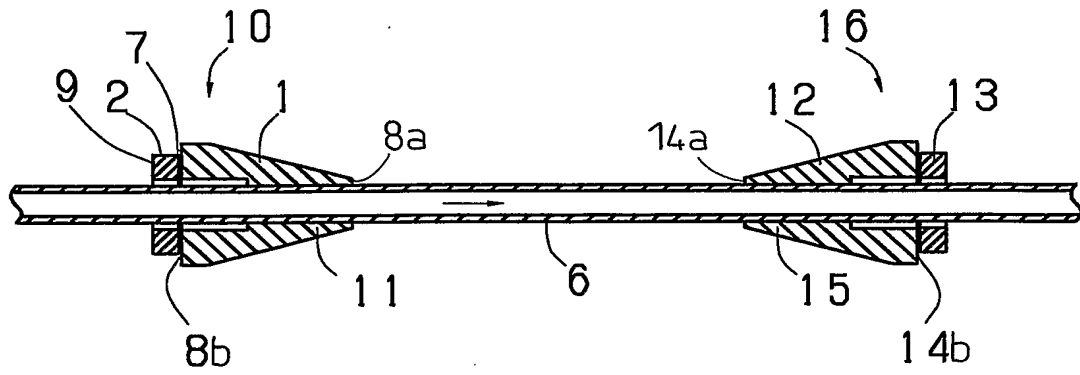


Fig.2

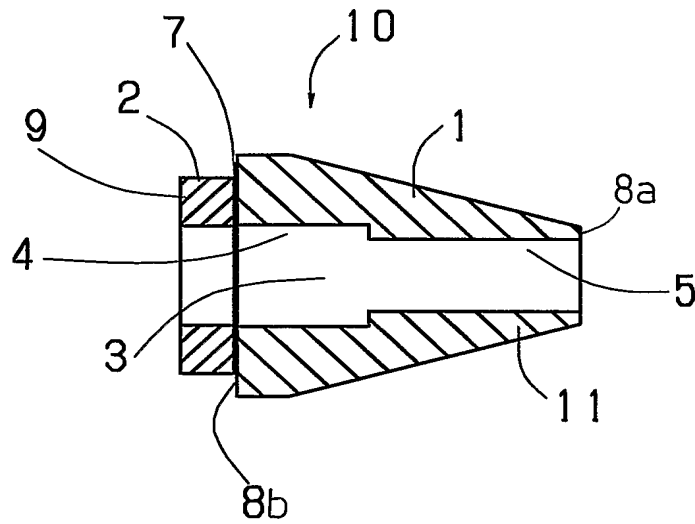


Fig.3

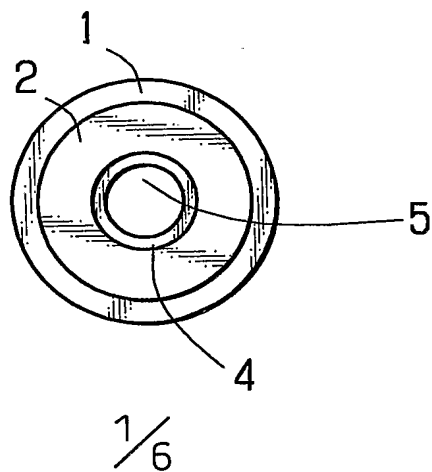


Fig.4

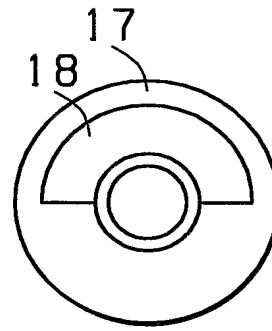


Fig.5

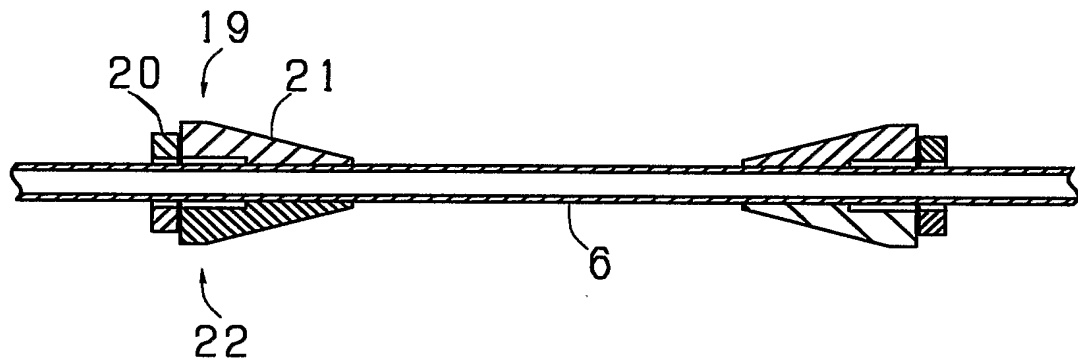


Fig.6

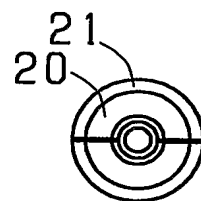


Fig.7

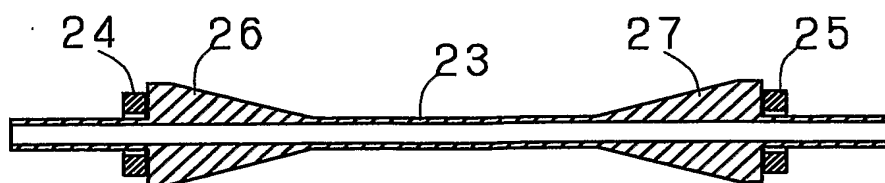


Fig.8

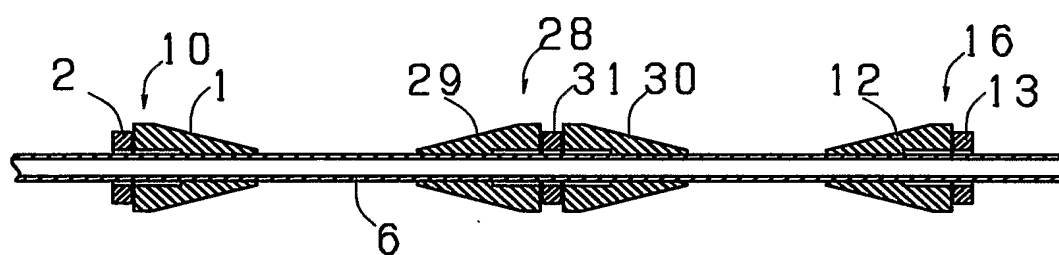


Fig.9

PRIOR ART

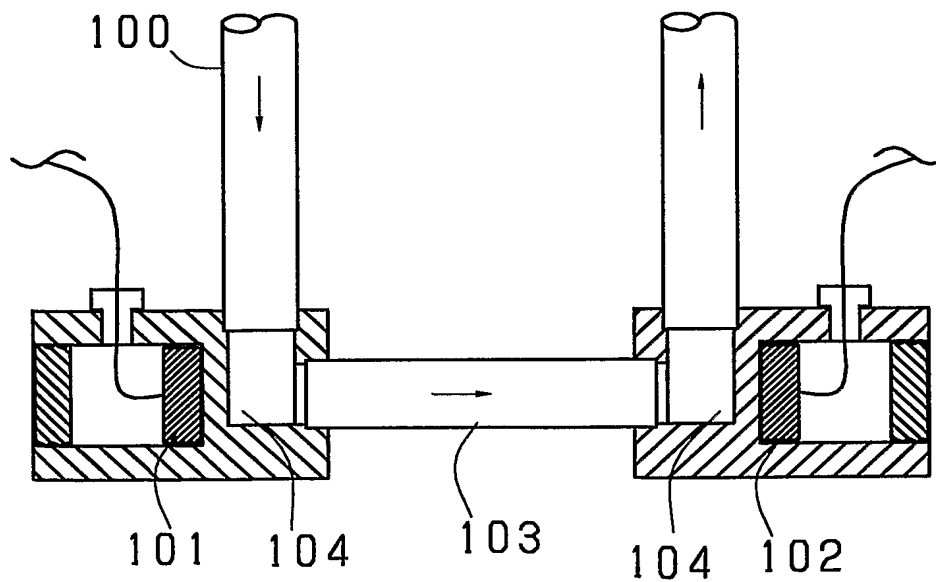


Fig.10

PRIOR ART

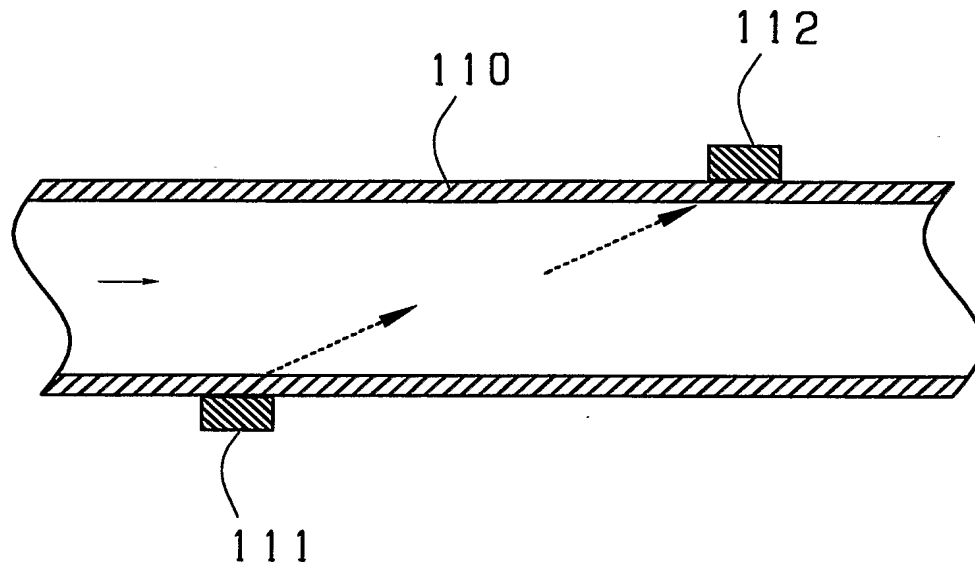
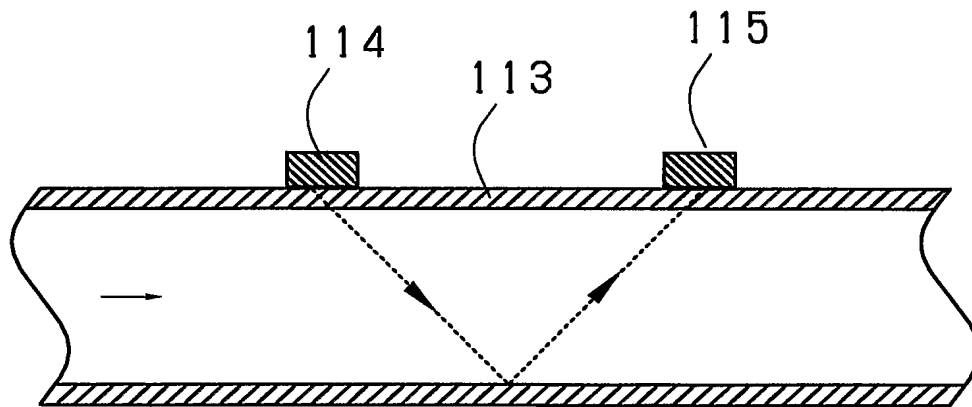


Fig.11

PRIOR ART



参照番号・事項の一覧表

- 1 伝送体
- 2 超音波トランスデューサ
- 3 貫通口
- 4 後部貫通口
- 5 先部貫通口
- 6 測定管
- 7 軸線方向端面
- 8 a、8 b 軸線方向端面
- 9 軸線方向端面
- 10 超音波送受信器
- 11 先部
- 12 伝送体
- 13 超音波トランスデューサ
- 14 軸線方向端面部
- 15 先部
- 16 超音波送受信器
- 17 伝送体
- 18 超音波トランスデューサ（半円形）
- 19 超音波送受信器上側半体
- 20 超音波トランスデューサ
- 21 伝送体
- 22 超音波送受信器下側半体
- 23 伝送体一体型測定管
- 24 超音波トランスデューサ
- 25 超音波トランスデューサ

2 6	伝送体部
2 7	伝送体部
2 8	超音波送受信器
2 9	超音波トランスデューサ
3 0	伝送体
3 1	伝送体
1 0 0	流通体
1 0 1	超音波振動子
1 0 2	超音波振動子
1 0 3	直管部
1 0 4	曲部
1 1 0	測定管
1 1 1	検出器
1 1 2	検出器
1 1 3	測定管
1 1 4	検出器
1 1 5	検出器

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019707

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G01F1/66

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G01F1/00-9/02Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2653391 B (Endress + Hauser Flowtec AG.), 17 September, 1997 (17.09.97), Figs. 1, 5, 10 & EP 457999 A	1, 2, 8 5, 7, 9 3, 4, 6, 10
Y	JP 2002-221440 A (Sapasu Kogyo Kabushiki Kaisha), 09 August, 2002 (09.08.02), Par. Nos. [0009], [0010]; Fig. 3 (Family: none)	5, 7, 9
A	JP 2002-303541 A (Sapasu Kogyo Kabushiki Kaisha), 18 October, 2002 (18.10.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 March, 2005 (02.03.05)Date of mailing of the international search report
22 March, 2005 (22.03.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019707

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-14514 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 15 January, 2003 (15.01.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01F1/66

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01F1/00-9/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2005年

日本国登録実用新案公報 1994-2005年

日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2653391 B (エンドレス ウント ハウザー フローテック アクチエ ンゲゼルシャフト) 1997. 09. 17 【図1】 【図5】 【図10】 &EP 457999 A	1, 2, 8 5, 7, 9 3, 4, 6, 10
Y	JP 2002-221440 A (サーパス工業株式会社) 2002. 08. 09 【0009】 【0010】 【図3】 (ファミリーなし)	5, 7, 9
A	JP 2002-303541 A (サーパス工業株式会社) 2002. 10. 18 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02. 03. 2005

国際調査報告の発送日

22. 3. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森口正治

2F

9403

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-14514 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2003.01.15 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10